5Л

УДК 004.82: 004.89

В.В. Любченко
Одесский национальный политехнический университет, Украина
vira.lyubchenko@gmail.com

Модели знаний для предметных областей учебных курсов

Проанализированы свойства пяти моделей представления знаний с точки зрения моделирования предметных областей учебных курсов.

Введение

Знания – это сложно организованные данные, хранимые в памяти ИС и включающие в себя сведения об объектах и отношениях предметной области, процессах взаимодействия объектов во времени и пространстве, правилах осуществления логического вывода [1]. Несмотря на то, что к настоящему времени разработаны и используются разные модели представления знаний, формальной процедуры выбора наилучшей для заданной предметной области модели не существует. Это приводит к необходимости выбирать средства моделирования для различных условий. В [2] сформулирован следующий перечень качественных критериев для оценки моделей представления знаний:

1) уровень сложности (абстрактности) элемента знаний, с которыми работает модель;

2) универсальность представления знаний – возможность описать знания из различных предметных областей;

3) естественность и наглядность представления знаний при использовании;

4) способность модели к обучению и формированию новых, непротиворечивых знаний;

5) размерность модели, по объему памяти, необходимому для хранения элемента модели;

6) удобство разработки системы на основе модели.

Во всем множестве моделей представления знаний, используемых в современных интеллектуальных системах, целесообразно выделить пять базовых моделей [2]: продукционная модель, предикатная модель, нейронные сети, семантические сети, фреймы.

Целью данной статьи является сравнительный анализ базовых моделей знаний с точки зрения моделирования предметных областей учебных курсов. Отметим, что в условиях моделирования этих предметных областей особо важными являются критерии 1 – 3. Критерий 4 не столь важен, но, безусловно, интересен, так как учебный курс должен изменяться, реагируя на изменения в окружении, соответственно, модель предметной области должна поддерживать подобные изменения.

Особенностью рассматриваемых моделей является то, что они предназначены для моделирования предметных областей учебных курсов. Знания о предметных областях учебных курсов необходимы для достижения учебных целей курса. Следует различать два уровня целей: глобальные и локальные, что позволяет учесть цели

преподавания как курса в целом, так и отдельных его компонент. Модель предметной области должна обеспечивать возможность их адекватного отображения, поэтому следует ввести дополнительный критерий для оценки моделей представления знаний:

7) способность к описанию локальных и глобальных целей.

Сформулируем задачу, решаемую в работе. Для моделирования основных понятий учебного курса используется уровневое представление (граф) «курс – цели – концепты», одна вершина которого соответствует анализируемому учебному курсу, связанные с ней вершины соответствуют целям учебного курса, остальные вершины соответствуют изучаемым концептам. Необходимо на основе анализа базовых моделей представления знаний по критериям 1 – 4 и 7 выбрать модель, позволяющую адекватно представить информацию о разных типах понятий и об иерархии этих понятий.

Логические модели

К группе логических моделей отнесем две модели представления знаний.

1. Продукционная модель – это представление знаний, основанное на правилах, построено на использовании выражений вида «ЕСЛИ (условие), ТО (действие)» [3].

2. Предикатная модель – это представление знаний, основанное на логике предикатов, которая является одним из разделов математической логики и иногда называется символьной логикой [4].

Для первой модели единицей знания является правило. Когда текущая ситуация (факт) в задаче удовлетворяет или согласуется с частью правила ЕСЛИ, то выполняется действие, определяемое частью ТО. Это действие может оказаться воздействием на окружающий мир, может повлиять на управление программой или может сводиться к указанию системе добавить новый факт в базу данных. Сопоставление частей ЕСЛИ правил с фактами может породить цепочку выводов (дерево решений).

В этой модели локальные цели описываются в виде условий, а глобальные цели на уровне макрознаний – проявляются в виде структуры дерева решений, значений коэффициентов доверия, а также в виде алгоритма машины вывода и средств формирования новых знаний.

По уровню абстрактности элемента знаний модель работает с простейшими составляющими знания – фактами и правилами.

Представление знаний с помощью правил весьма просто, а выводы, которые проводятся на основе формализма вида ЕСЛИ – ТО, легко понимаемы. Кроме того, ярко выраженная модульность правил позволяет задавать новые знания, не вдаваясь в смысл других знаний. Благодаря этому, а также возможности построения выводов в однородной форме, получаемые системы становятся простыми и легко понимаемыми.

Основными формализмами представления знаний во второй модели являются «терм», устанавливающий соответствие знаковых символов описываемому объекту, и предикат для описания отношения сущностей, в виде реляционной формулы, содержащей в себе термы.

В данной модели описание локальных целей производится в виде формулировки условий и предикатных отношений. Глобальные цели, так же, как и в предыдущей модели, представлены в виде структуры дерева, описывающего предметную область, значений коэффициентов доверия и алгоритмов вывода и формирования новых знаний.

По уровню абстрактности элемента знаний модель работает с простейшими составляющими знания – фактами и правилами, а использование логики предикатов позволяет получить единую систему представления, в которой знания рассматриваются как единое целое.

Модель достаточно универсальна, однако, так же, как и модель представления знаний с помощью фактов и правил, не может быть использована для моделирования специальных знаний одновременно из разных предметных областей.

Нейронные сети

Основная черта нейронных сетей – использование взвешенных связей между обрабатывающими элементами как принципиальное средство запоминания информации [1]. Задать нейронную сеть, способную решить конкретную задачу, – это значит определить модель нейрона, топологию связей, веса связей. Нейронные сети различаются между собой моделями нейрона, топологией связей и правилами определения весов или правилами обучения, программирования.

Элементом знания в этой модели является вектор состояний всех нейронов сети, весов связей между нейронами и семантических интерпретаций, присоединенных к активациям узлов. На практике для решения конкретной задачи необходимо организовывать сети со значительным числом нейронов.

Модель может применяться для решения задач распознавания образов в практически любой предметной области. Способности к обучению у модели высоки. В результате обучения формируются новые знания о том, как решать задачу, то есть повышается качество решения.

Однако с точки зрения моделирования предметных областей учебных курсов нейронные сети имеют существенный недостаток – отсутствие наглядности представления знания.

Представление цели в рамках этой модели также не обладает наглядностью и понятностью. Локальные цели предстают в виде алгоритма функционирования самого нейрона и в виде структуры сети в целом. Глобальные цели – представлены в виде алгоритмов функционирования нейронной сети, алгоритмов ее обучения и реконфигурации.

Семантические сети

Семантическая сеть состоит из точек, называемых узлами, и связывающих их дуг, описывающих отношения между узлами [4]. Узлы в семантической сети соответствуют объектам, концепциям или событиям. Дуги могут быть определены разными методами, зависящими от вида представленных знаний. Обычно дуги, используемые для представления иерархии понятий, включают дуги типа «является» (is_a) и «имеет часть» (has_part). Семантические сети, используемые для описания естественных языков, используют дуги типа агент, объект, реципиент.

Отношение «является» и другие (например, отношение «имеет часть») устанавливает иерархию наследования в сети. Это означает, что элементы более низкого уровня в сети могут наследовать свойства элементов более высокого уровня в сети.

Выводы на семантических сетях реализуются через отношения между элементами множества дуг, имеющих общие узлы.

Эта модель обладает развитыми возможностями для описания локальных и глобальных целей. Первые представляются в ней в виде формулировки отношений (описания дуг сети) и структуры самой сети, а вторые – в виде алгоритмов вывода (обхода сети) и формирования новых знаний.

Эта модель достаточно универсальна и легко настраивается на конкретную предметную область. Каждое отдельное знание рассматривается как некое отношение между сущностями и понятиями. Следовательно, определенные заранее и уже существующие внутри системы знания можно наращивать независимо, с сохранением их модульности.

Характерной особенностью семантической сети является наглядность знаний как системы. Все знания, относящиеся к одинаковым сущностям и понятиям, могут быть изображены в виде отношений между различными узлами, описывающими эти сущности. Эта возможность дает основание говорить о легкости понимания такого представления.

Из-за того, что форма представления знаний семантическими сетями не устанавливается, для каждого конкретного формализма будут определены свои собственные правила вывода, поэтому усиливается элемент произвольности, вносимый разработчиком. Поэтому процедуры вывода на семантических сетях таят в себе угрозу возникновения противоречий. При достаточно большом объеме знаний решение этой задачи резко усложняется, что несколько ограничивает круг предметных областей, описываемых семантическими моделями, с точки зрения их размерности.

Фреймовая модель

Фрейм – это структура данных, представляющая стереотипную ситуацию [5]. Это единица представления знаний, детали которой при необходимости могут быть изменены согласно ситуации. Фрейм состоит из нескольких слотов, каждый из которых имеет свое назначение и связанное с ним значение. Кроме того, со слотами могут быть связаны специальные процедуры, предназначенные для специфической обработки значений в слотах.

Сеть фреймов по своей организации во многом похожа на семантическую сеть. Она является сетью узлов и отношений, организованных иерархически, где верхние узлы представляют общие понятия, а нижние узлы – более частные случаи этих понятий. В системе, основанной на фреймах, понятие в каждом узле определяется набором атрибутов и значениями этих атрибутов, атрибуты называются слотами. Каждый слот может быть связан с процедурами, которые выполняются, когда информация в слотах меняется. С каждым слотом можно связать любое число процедур.

В рамках данной модели представления знаний локальная цель описывается на уровне структуры и алгоритма функционирования фрейма. Глобальные цели предстают в виде иерархий фреймов и общих алгоритмов функционирования сети фреймов в целом.

По уровню абстрактности фрейм как структура описывает одну из единиц знания, лежащую на высоком уровне абстракции и обладающую до некоторой степени независимостью, и может предоставить средства, связывающие между собой эти структурные единицы. Элементы знаний представляют собой целые понятия. Фреймовая система не только описывает знания, но и позволяет человеку описывать метазнания.

Фреймовая модель является достаточно универсальной, так как обеспечивает не только фреймы для обозначения объектов и понятий, но и фреймы-роли, фреймы-ситуации и др.

Представление знаний с помощью фреймов обладает наглядностью и интуитивно понятно. Фреймовые модели обеспечивают требования структурирования и связности. Это достигается за счет свойств наследования и вложенности, которыми обладают фреймы, так как в качестве слотов могут выступать фреймы более низких уровней, а также вызовы процедур на выполнение.

Вывод

Подводя итог краткого анализа средств моделирования предметной области, можно сказать, что наиболее целесообразными для моделирования предметных областей учебных курсов можно считать фреймовые модели. Этот вывод основывается на трех свойствах модели:

1) возможность представлять элементы знаний с разным уровнем абстракции за счет использования низкоуровневых фреймов в качестве слотов для фреймов высокого уровня;

2) универсальности представления знаний из различных предметных областей за счет того, что структура фрейма не привязывается к особенностям предметной области, а определяется свойствами моделируемых понятий;

3) естественностью представления знаний за счет того, что каждый фрейм соответствует понятию предметной области, в терминах которых мыслит разработчик модели.

Дополнительно стоит обратить внимание на тот факт, что при использовании фреймовой модели обеспечивается целостное представление предметной области, что упрощает ее понимание при повторном использовании.

В последнее время большую популярность приобрели онтологии как модель представления знаний. Онтология – это структурная спецификация некоторой предметной области, ее формализованное представление, которое включает словарь (или имена) указателей на термины предметной области и логические выражения, которые описывают, как они соотносятся друг с другом. Эффективное использование онтологии возможно лишь в том случае, когда ее понятия соответствующим образом формально описаны или представлены. С этой целью можно использовать различные средства представления, наиболее гибким из которых является система, основанная на фреймах [6]. На наш взгляд, использование онтологий для моделирования предметных областей учебных курсов избыточно. Но фреймовая организация знаний, которая представляет собой, по сути дела, фреймовую сеть, легко и простыми средствами обеспечивает быстрый переход к онтологической модели, а также возможность идентификации связей между понятиями.

Литература

1. Бондарев В.Н., Аде Ф.Г. Искусственный интеллект. – Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2002. – 615 с.
2. Крисилов В.А., Побережник С.М., Тарасенко Р.А. Сравнительный анализ моделей представления знаний в интеллектуальных системах // Тр. Одес. политехн. ун-та. – Одесса, 1998. – Вып. 2. – С. 45-49.
3. Гаврилова Т.А., Хорошевский В.Ф. Базы знаний интеллектуальных систем. – СПб.: Питер, 2000. – 384 с.
4. Люгер Дх.Ф. Искусственный интеллект: стратегии и методы решения сложных проблем. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2003. – 864 с.
5. Минский М. Фреймы для представления знаний. – М.: Энергия, 1979. – 152 с.
6. Thompson-Maaloum J. De l'évolution de l'alignement multiple: vers une exploitation efficace des données et une extraction des connaissances à l'ère post-génomique. Thèses de doctorat. – Université Louis Pasteur, 2006. – 135 p. – <http://eprints-scd-ulp.u-strasbg.fr:8080/659/02/ thompson_maaloum2006.pdf>. – 12.08.2007.

В.В. Любченко

Моделі знань для предметних областей навчальних курсів

Проаналізовано властивості п'яти моделей представлення знань з точки зору моделювання предметних областей навчальних курсів.

V.V. Lubchenko

Characteristics of five models of knowledge representation are analyzed in respect to of modeling learning courses areas.

Статья поступила в редакцию 10.06.2008.